

PTO/SB/21 (08-03)  
Approved for use through 08/30/2003. OMB 0651-0031  
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

|   |                      |                        |             |
|---|----------------------|------------------------|-------------|
| <b>TRANSMITTAL FORM</b><br><br>(to be used for all correspondence after initial filing) | Application Number   | 10/708,943             |             |
|   | Filing Date          | 04/02/2004             |             |
|   | First Named Inventor | Long-Hui Lin           |             |
|   | Art Unit             |                        |             |
|   | Examiner Name        |                        |             |
| Total Number of Pages in This Submission  | 3                    | Attorney Docket Number | LKSP0028USA |

| ENCLOSURES (Check all that apply)   |  |  |
|---|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form<br><input type="checkbox"/> Fee Attached<br><input type="checkbox"/> Amendment/Reply<br><input type="checkbox"/> After Final<br><input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)<br><input type="checkbox"/> Extension of Time Request<br><input type="checkbox"/> Express Abandonment Request<br><input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement<br><input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)<br><input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application<br><input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53 | <input type="checkbox"/> Drawing(s)<br><input type="checkbox"/> Licensing-related Papers<br><input type="checkbox"/> Petition<br><input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application<br><input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation<br><input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address<br><input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer<br><input type="checkbox"/> Request for Refund<br><input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ | <input type="checkbox"/> After Allowance communication to Technology Center (TC)<br><input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences<br><input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)<br><input type="checkbox"/> Proprietary Information<br><input type="checkbox"/> Status Letter<br><input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): |
| Remarks   |  |  |

| SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT |                               |
|--|-------------------------------|
| Firm or Individual name                    | Winston Hsu, Reg. No.: 41,526 |
| Signature                                  | <i>Winston Hsu</i>            |
| Date                                       | 4/21/2004                     |

| CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING   |  |      |  |
|---|--|------|--|
| I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below. |  |      |  |
| Typed or printed name   |  |      |  |
| Signature   |  | Date |  |

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



PTO/SB/17 (10-03)  
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032  
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

# FEE TRANSMITTAL for FY 2004

Effective 10/01/2003. Patent fees are subject to annual revision.

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT (\$ ) 0.00

## Complete if Known

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| Application Number   | 10/708,943   |
| Filing Date          | 04/02/2004   |
| First Named Inventor | Long-Hui Lin |
| Examiner Name        |              |
| Art Unit             |              |
| Attorney Docket No.  | LKSP0028USA  |

## METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit card ☐ Money Order ☐ Other ☐ None

☒ Deposit Account:

Deposit Account Number: 50-0801  
Deposit Account Name: North America International Patent Office

The Director is authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☒ Credit any overpayments

☒ Charge any additional fee(s) or any underpayment of fee(s)

☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee to the above-identified deposit account.

## FEE CALCULATION

### 1. BASIC FILING FEE

| Large Entity  |          | Small Entity  |          | Fee Description        | Fee Paid |
|---------------|----------|---------------|----------|------------------------|----------|
| Fee Code (\$) | Fee (\$) | Fee Code (\$) | Fee (\$) |                        |          |
| 1001          | 770      | 2001          | 385      | Utility filing fee     |          |
| 1002          | 340      | 2002          | 170      | Design filing fee      |          |
| 1003          | 530      | 2003          | 265      | Plant filing fee       |          |
| 1004          | 770      | 2004          | 385      | Reissue filing fee     |          |
| 1005          | 160      | 2005          | 80       | Provisional filing fee |          |

SUBTOTAL (1) (\$ ) 0.00

### 2. EXTRA CLAIM FEES FOR UTILITY AND REISSUE

|                    | Extra Claims | Fee from below | Fee Paid |
|--------------------|--------------|----------------|----------|
| Total Claims       | -20** =      | X              |          |
| Independent Claims | -3** =       | X              |          |
| Multiple Dependent |              |                |          |

| Large Entity  |          | Small Entity  |          | Fee Description  |
|---------------|----------|---------------|----------|--|
| Fee Code (\$) | Fee (\$) | Fee Code (\$) | Fee (\$) |  |
| 1202          | 18       | 2202          | 9        | Claims in excess of 20                                     |
| 1201          | 86       | 2201          | 43       | Independent claims in excess of 3                          |
| 1203          | 290      | 2203          | 145      | Multiple dependent claim, if not paid                      |
| 1204          | 86       | 2204          | 43       | ** Reissue independent claims over original patent         |
| 1205          | 18       | 2205          | 9        | ** Reissue claims in excess of 20 and over original patent |

SUBTOTAL (2) (\$ ) 0.00

\*\*or number previously paid, if greater; For Reissues, see above

## FEE CALCULATION (continued)

### 3. ADDITIONAL FEES

Large Entity Small Entity

| Fee Code (\$) | Fee (\$) | Fee Code (\$) | Fee (\$) | Fee Description  | Fee Paid |
|---------------|----------|---------------|----------|--|----------|
| 1051          | 130      | 2051          | 65       | Surcharge - late filing fee or oath  |          |
| 1052          | 50       | 2052          | 25       | Surcharge - late provisional filing fee or cover sheet                     |          |
| 1053          | 130      | 1053          | 130      | Non-English specification  |          |
| 1812          | 2,520    | 1812          | 2,520    | For filing a request for <i>ex parte</i> reexamination                     |          |
| 1804          | 920*     | 1804          | 920*     | Requesting publication of SIR prior to Examiner action                     |          |
| 1805          | 1,840*   | 1805          | 1,840*   | Requesting publication of SIR after Examiner action                        |          |
| 1251          | 110      | 2251          | 55       | Extension for reply within first month                                     | 0.00     |
| 1252          | 420      | 2252          | 210      | Extension for reply within second month                                    |          |
| 1253          | 950      | 2253          | 475      | Extension for reply within third month                                     |          |
| 1254          | 1,480    | 2254          | 740      | Extension for reply within fourth month                                    |          |
| 1255          | 2,010    | 2255          | 1,005    | Extension for reply within fifth month                                     |          |
| 1401          | 330      | 2401          | 165      | Notice of Appeal   |          |
| 1402          | 330      | 2402          | 165      | Filing a brief in support of an appeal                                     |          |
| 1403          | 290      | 2403          | 145      | Request for oral hearing   |          |
| 1451          | 1,510    | 1451          | 1,510    | Petition to institute a public use proceeding                              |          |
| 1452          | 110      | 2452          | 55       | Petition to revive - unavoidable   |          |
| 1453          | 1,330    | 2453          | 665      | Petition to revive - unintentional   |          |
| 1501          | 1,330    | 2501          | 665      | Utility issue fee (or reissue)   |          |
| 1502          | 480      | 2502          | 240      | Design issue fee   |          |
| 1503          | 640      | 2503          | 320      | Plant issue fee  |          |
| 1460          | 130      | 1460          | 130      | Petitions to the Commissioner  |          |
| 1807          | 50       | 1807          | 50       | Processing fee under 37 CFR 1.17(q)  |          |
| 1806          | 180      | 1806          | 180      | Submission of Information Disclosure Stmt                                  |          |
| 8021          | 40       | 8021          | 40       | Recording each patent assignment per property (times number of properties) |          |
| 1809          | 770      | 2809          | 385      | Filing a submission after final rejection (37 CFR 1.129(a))                |          |
| 1810          | 770      | 2810          | 385      | For each additional invention to be examined (37 CFR 1.129(b))             |          |
| 1801          | 770      | 2801          | 385      | Request for Continued Examination (RCE)                                    |          |
| 1802          | 900      | 1802          | 900      | Request for expedited examination of a design application                  |          |

Other fee (specify) \_\_\_\_\_

\*Reduced by Basic Filing Fee Paid

SUBTOTAL (3) (\$ ) 0.00

## SUBMITTED BY

|                   |                    |                                   |           |           |              |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|--------------|
| Name (Print/Type) | Winston Hsu        | Registration No. (Attorney/Agent) | 41,526    | Telephone | 886289237350 |
| Signature         | <i>Winston Hsu</i> | Date                              | 4/21/2004 |           |              |

**WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.**

This collection of information is required by 37 CFR 1.17 and 1.27. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



PTO/SB/02B (11-00)

Approved for use through 10/31/2002. OMB 0651-0032

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

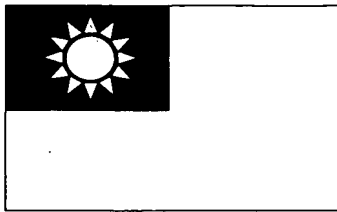
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

**DECLARATION — Supplemental Priority Data Sheet**

Additional foreign applications:

| Prior Foreign Application<br>Number(s) | Country      | Foreign Filing Date<br>(MM/DD/YYYY) | Priority<br>Not Claimed  | Certified Copy Attached?            |                          |
|--|--------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|  |              |                                     |                          | YES                                 | NO                       |
| 092124393                              | Taiwan R.O.C | 09/03/2003                          | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
|  |              |                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |

Burden Hour Statement: This form is estimated to take 21 minutes to complete. Time will vary depending upon the needs of the individual case. Any comments on the amount of time you are required to complete this form should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 09 月 03 日  
Application Date

申請案號：092124393  
Application No.

申請人：力晶半導體股份有限公司  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2004 年 2 月 27 日  
Issue Date

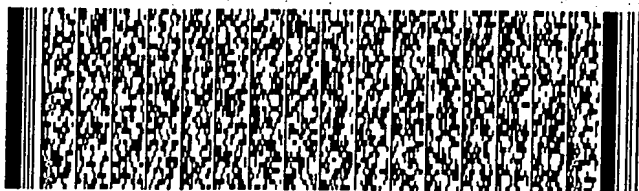
發文字號：09320187710  
Serial No.

|       |       |
|-------|-------|
| 申請日期： | IPC分類 |
| 申請案號： |       |

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

|                    |                       |  |
|--------------------|-----------------------|--|
| 一、<br>發明名稱         | 中 文                   | 一種缺陷原因分析的方法  |
|                    | 英 文                   | METHOD OF DEFECT ROOT CAUSE ANALYSIS   |
| 二、<br>發明人<br>(共1人) | 姓 名<br>(中文)           | 1. 林龍輝   |
|                    | 姓 名<br>(英文)           | 1. Lin, Long-Hui   |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          | 1. 中華民國 TW   |
|                    | 住居所<br>(中 文)          | 1. 新竹縣竹東鎮竹中路二十五之三號六樓之二   |
|                    | 住居所<br>(英 文)          | 1. 6F-2, No. 25-3, Chu-Chung Rd., Chu-Tong Town, Hsin-Chu Hsien, Taiwan, R.O.C.        |
| 三、<br>申請人<br>(共1人) | 名稱或<br>姓 名<br>(中文)    | 1. 力晶半導體股份有限公司   |
|                    | 名稱或<br>姓 名<br>(英文)    | 1. Powerchip Semiconductor Corp.   |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          | 1. 中華民國 TW   |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(中 文) | 1. 新竹市科學園區力行一路12號 (本地址與前向貴局申請者相同)  |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(英 文) | 1. No. 12, Li-Hsin Rd. I, Science-based Industrial Park, Hsin-Chu City, Taiwan, R.O.C. |
|                    | 代表人<br>(中文)           | 1. 黃崇仁   |
|                    | 代表人<br>(英文)           | 1. Huang, Chung-Jeng   |



四、中文發明摘要 (發明名稱：一種缺陷原因分析的方法)

首先提供一樣本，該樣本之上表面上具有複數個缺陷，接著進行一缺陷檢測，以偵測出該等缺陷之大小及位置，並對該樣本進行一化學組成分析，再根據該化學組成分析之結果來進行一圖譜分析，最後根據該圖譜分析之結果來判別該等缺陷之產生原因。

伍、(一)、本案代表圖為：第\_\_二圖

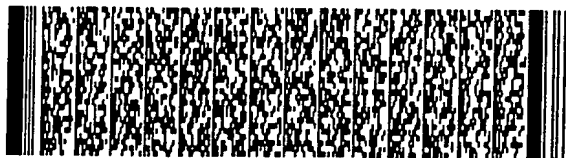
(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

|          |            |
|----------|------------|
| 110 取樣   | 120 缺陷偵測   |
| 130 缺陷分類 | 140 化學組成分析 |
| 150 圖譜分析 | 160 缺陷原因分析 |

代表化學式

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD OF DEFECT ROOT CAUSE ANALYSIS)

A method of defect root cause analysis is disclosed. First, a sample with a plurality defects thereon is provided. Then, a defect inspection is performed to detect the sizes and positions of the defects. After that, a chemical state analysis is performed, and a mapping analysis is made according to a result of the chemical state analysis. Thus, a root cause of



四、中文發明摘要 (發明名稱：一種缺陷原因分析的方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD OF DEFECT ROOT CAUSE ANALYSIS)

defects can be obtained according to a result of  
the mapping analysis.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。





## 五、發明說明 (1)

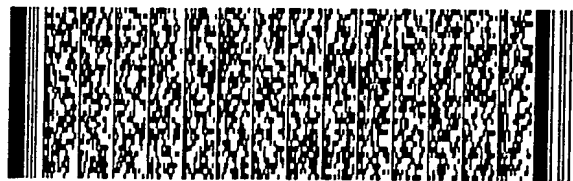
### 發明所屬之技術領域

本發明係提供一種缺陷原因分析 (defect root cause analysis) 方法，尤指一種應用於大尺寸半導體晶圓的缺陷原因分析方法。

### 先前技術

在半導體製程中，往往會因為一些無法避免的原因而生成的細小的微粒或缺陷，而隨著半導體製程中元件尺寸的不斷縮小與電路集成度的不斷提高，這些極微小之缺陷或不微粒對積體電路品質的影響也日趨嚴重，因此為維持產品品質的穩定，通常在進行各項半導體製程的同時，亦須針對所生產之半導體元件進行缺陷檢測，以根據檢測之結果來分析造成的這些缺陷之根本原因，之後才能進一步藉由製程參數的調整來避免或減少缺陷的產生，以達到提升半導體製程良率以及可靠度之目的。

請參考圖一，圖一為一習知之半導體流程示意圖。如圖一所示，一半導體晶片在製作過程中須經過多道半導體製程，一般而言，一半導體晶片在一晶圓廠中大多經歷的數千道之製程，為說明方便起見，圖一中僅以其中之數道製程來進行說明。如圖一所示，製程 A 10、製程 B 20、製程 C 30、製

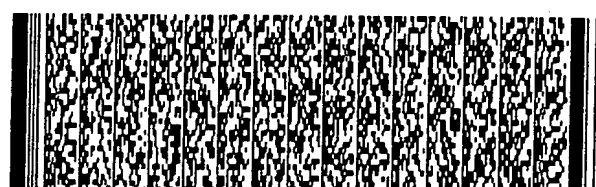
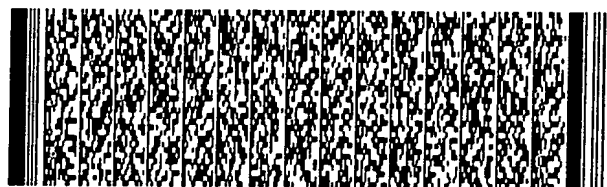


## 五、發明說明 (2)

程 D 40以及製程 E 50係分別代表五道半導體製程，這些半導體製程並不限於使用相同之機台或不同的機台來進行。而缺陷檢測 60及缺陷檢測 70則係分別針對完成製程 A 10與製程 C 30的半導體晶片進行取樣測試。

一旦在缺陷檢測 60或 70中發現有異常狀況時，將會再進行進一步之缺陷原因分析，以企找出缺陷發生的根本原因，以藉由製程上的調整來抑制缺陷的產生。在習知的缺陷分析方式中，大多係針對缺陷的來源進行逐步檢測，以企找出這些缺陷是由那一個製程所造成。舉例來說，若在缺陷檢測 70處發現大量的新增缺陷生成(扣除已於缺陷檢測 60中發現的缺陷)，那麼將會針對缺陷檢測 60及 70間的每一製程做逐站查核，亦即分別對製程 B 20與製程 C 30進行測試，倘若發現製程 B 20完成後未發現缺陷，而在完成製程 C 30後才發現缺陷的產生，那麼就會認定這些缺陷是導因於製程 C 30，而試著去調整製程 C 30內之各項製程參數，看看能否避免缺陷的生成。

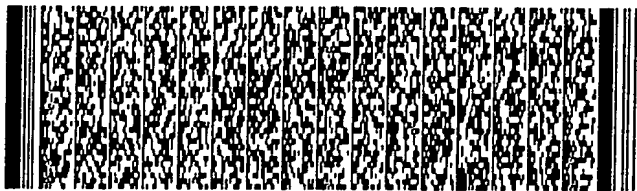
在習知缺陷原因分析方式中除了需要耗費大量的時間來逐步測試各製程外，另存有一個相當大的盲點。習知缺陷原因分析方式中，雖然能確實找出缺陷發生於哪一個步驟，但是導致該缺陷發生的根本原因卻未必來自該步驟，而很有可能是因為前一道製程的一些小瑕疵，這些小瑕疵對於前道製程可能沒什麼影響，但是到了後一道



### 五、發明說明 (3)

製程缺會因此而導致嚴重的問題。舉例來說，假設製程 B 20與製程 C 30係分別為一蝕刻製程與一沉積製程，對製程 B 20而言，在製程中於半導體晶片表面形成或殘留之一些雜質或微粒可能並無任何影響，因此在進行缺陷檢測時並未發現製程 B 20有任何問題，然而在進行製程 C 30之沉積製程時，之前的於表面的那些雜質或微粒都會因該沉積製程的影響而逐漸長大，因而造成缺陷的產生。在這種狀況下，若採用習知缺陷原因分析方法很可能會因為之前製程 B 20沒有發生問題而誤以為這些缺陷均是製程 C 30所導致，在這種狀況下，不論如何修正製程 C 30之參數，都不可能對缺陷的發生情形有所改善。

此外，習知缺陷原因分析方法中，另包含了一種利用能量散佈儀 (energy dispersive spectrometer, EDS) 來進行化學組成分析的方法，該方法係利用電子束打擊測試物體表面之一特定位置，並根據其所激發的特性 X 光進行分析，以獲得該點之化學組成，因此只要藉由該缺陷處之資料與背景資料間的比對，即可得出該缺陷之組成成分，對於一個對製程條件有相當熟悉度的工程師而言，這幾乎足以判斷出該缺陷之可能發生原因。然而由於能量散佈儀具有解析度低、定量能力差、對輕元素之偵測能力亦不佳等缺點，因此對於一些較小之缺陷 (0.2 微米以下) 均無法有效偵測，僅能適用於大顆粒缺陷的分析，隨著製程尺寸的不斷縮小，各種小尺寸而高良率傷害的



#### 五、發明說明 (4)

缺陷亦不斷增加，此方法的適用性亦不斷下降。

隨著半導體產業製程的進步以及經濟效益的考量，晶圓的直徑已由過去 8 吋邁向 12 吋，線寬大小亦由過去的 0.18 微米進入 0.13 微米甚至 0.1 微米以下，在這由測試到量產的過程中，往往需要對製程進行大幅的改變與調整，因此，現在迫切需要一種迅速而準確的缺陷原因分析方法，以解決上述問題。

#### 發明內容

本發明之主要目的在於提供一種可對小尺寸缺陷進行化學組成分析的缺陷原因分析方法，以解決習知技術中的問題。

本發明之最佳實施例係揭露一種一半導體製程之缺陷原因分析方法，首先提供一樣本，該樣本之上具有複數個缺陷，接著進行一缺陷檢測，以偵測出該等缺陷之大小及位置，並根據該等缺陷之大小及位置，以適當的儀器與方法來進行一適當的化學組成分析，再根據該化學組成分析之結果來進行一圖譜分析，最後根據該圖譜分析之結果來判別該等缺陷之產生原因。

由於本發明之缺陷原因分析方法係利用一化學組成分析



## 五、發明說明 (5)

來檢測構成缺陷之材料，並根據缺陷之材質來推斷其可能發生原因，因此能大幅縮短判斷時間並提升缺陷原因分析的靈敏度，達到提升產品良率與可靠度之目的。

### 實施方式

請參考圖二，圖二為本發明中一缺陷原因分析方法 100 之示意圖。如圖二所示，首先，進行取樣 110，取得一測試樣本，藉著對該測試樣本進行缺陷檢視 (defect inspection) 120，並根據檢視之結果進行缺陷分類 130，並根據不同的缺陷型態採用適當的儀器 / 方法來進行行化學組成分析 140。

在本發明之較佳實施例中，係根據該測試樣本上該複數個缺陷之大小與位置而概略分為三類，並分別以三種不同的方法來進行化學組成分析 140。其中，當缺陷主要位於該測試樣本下層係屬於第一缺陷類型，當缺陷主要位於該測試樣本表面且缺陷之尺寸較大 (大於 0.2 微米)、具有單一相 (single phase) 或為較厚之粒子 (thick particle) 時，則歸為第二缺陷類型，最後，將缺陷同樣位於該測試樣本表面但缺陷尺寸較小 (小於 0.2 微米)、非單一相或非厚粒子之狀況則為第三缺陷類型。

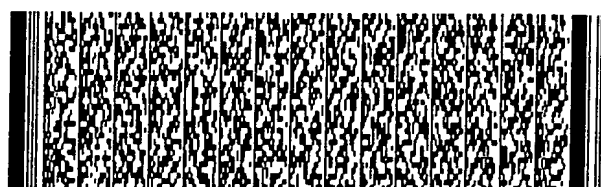
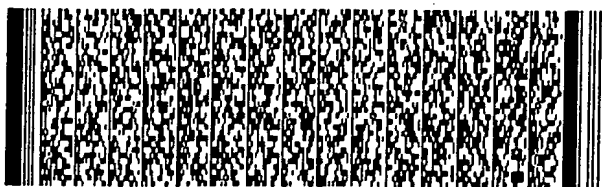
對於該第二缺陷類型以及該第三缺陷類型而言，由於缺



##### 五、發明說明 (6)

陷主要係位於該測試樣本之表面，因此可以利用適當的儀器直接測定，一般而言，針對缺陷之尺寸較大(大於0.2微米)、具有單一相或為較厚之粒子之該第二缺陷類型，多半採用可針對較大範圍進行測定的能量散佈儀來分析該等缺陷之組成成分，而針對尺寸較小之第三缺陷類型，則係藉由利用一掃描式歐傑電子顯微鏡(scanning auger microscopy, SAM)或一歐傑電子光譜儀(auger electron spectroscopy, AES)來對該樣本進行歐傑電子分析(auger analysis)，藉由正常區域與異常區域間之差異成分進行比較，以獲得該等缺陷之組成。與相較於能量散佈儀相較，歐傑電子分析雖僅能針對該測試樣本表面很小的範圍進行偵測(小於0.1微米)，且亦僅能探測很淺的一層區域(約50埃)，但其解析度與靈敏度卻遠該於能量散佈儀，而能對一些微小但結構較複雜之缺陷提供一較佳之偵測結果。

至於該第一缺陷類型，由於其缺陷主要係位於該測試晶片之下層，因此無法直接進行化學組成分析，因此會多半會先利用一電壓對比(voltage contrast)找出缺陷之概略位置，接著利用適當的工具，例如一聚焦離子束(focus ion beam, FIB)，將該測試樣本切開，使該等缺陷露出，再佐以前述之方式，例如歐傑電子分析，針對該測試樣本之剖面進行化學組成分析140。



## 五、發明說明 (7)

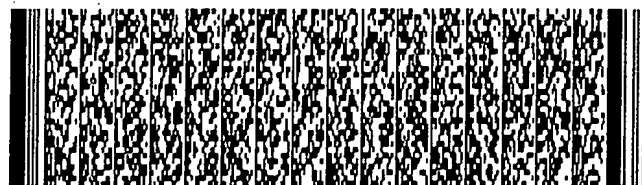
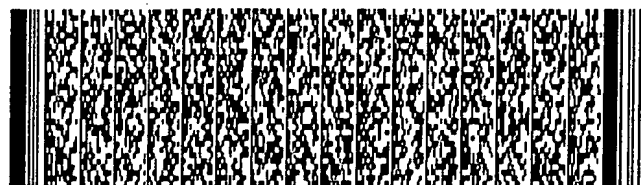
不論是何種缺陷類型，在進行該化學組成分析 140 時，大多會依測試樣品之狀態採用不同之分析方法，例如可包含有定點掃描 (point scan)、去層次 (delayer) 結構分析、或是縱深濃度 (depth profile) 分析，最後所有測試結果均會統合在一起，並根據這結果來繪製一組成分布圖譜，並根據該組成分布圖譜來進行一圖譜分析 150。在已知所形成缺陷的形狀、位置、及組成的狀況下，在大多數的狀況下，對於一熟知該項領域之製程工程師而言，均不難分析或推測出該等缺陷之根本原因，之後自可採取對應之動作，來對有問題的製程步驟進行適當修正，以避免缺陷的產生，進而解決產品之異常狀態，提昇產品之可靠度。

為進一步說明本發明之缺陷分析方式，以下係列舉二實施例，並同時以習知缺陷原因分析方法與本發明之缺陷分析係方法來進行缺陷原因分析，俾以進一步說明本發明與習知技術間之差異處。首先，在第一實施例中，係以方化與常見之蝕刻製程為例，來說明本發明之缺陷原因分析。舉例來說，假設我們欲於一矽氧層上形成一些圖案化之鎢導線，但是在蝕刻完鎢導線後，發現這些鎢導線有一部分短路，亦即有缺陷發生。這時若我們以習知缺陷分析方式進行分析，則我們可能需定立一缺陷觀測計劃，自發生問題之製程起，向前回溯至五個製程，對這些製程一一進行抽樣檢驗，逐步確認這些製程中是否

#### 五、發明說明 (8)

存有任何問題，但是我們很可能會發現此一問題只存在於蝕刻後，因此依照習知分析方式，很自然的會將問題的原因指向最後的濕式清潔製程的殘留物。即使再以能量散佈儀來分析該等缺陷之組成成分，但由於能量散佈儀之低解析度亦僅會發現異常處與正常區域均主要由矽與氧所組成，而不能得到任何有用之資料，即使與逐步檢查的結果放在一起，亦無法產生任何正確之結論。

請參考圖三，圖三為本發明第一實施例中之缺陷原因分析方法。如圖三所示，當本發明之方法在進行取樣 210 與缺陷檢測 220 後，當發現有該樣本有異常狀況時，將會直接用該異常之樣本進行歐傑電子分析 230 (假設缺陷位於表面且小於 0.2 微米)，而不需重新取樣，對於一些偶發性之缺陷而言，這將大幅提昇取樣的有效性，而不會因重新取樣後，因未發現缺陷而造成檢測時間的延誤。接著將根據歐傑電子分析 230 之結果繪製一組成分布圖譜，以進行圖譜分析 240。請參考圖四，圖四為一組成分布圖譜之示意圖，如圖四所示，我們將可清楚的區分出矽氧層 262 與其上之鎢導線 264，並可發現該缺陷雖於鎢蝕刻製程時產生，但根本原因可能來是於前一步的蝕刻製程中，有部分聚合物殘留，因此才導致此一缺陷之產生，之後，只要對該蝕刻製程中的部分參數進行調整，避免光阻層殘留，即可有效解決此一問題。

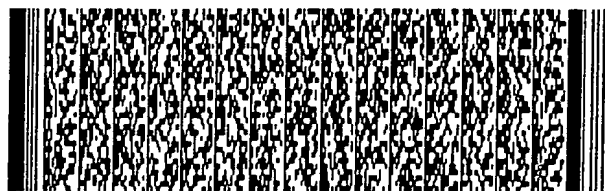




#### 五、發明說明 (9)

以下係以一沉積製程為例，來說明當缺陷發生於測試樣本下層的狀況。以於一氮化鈦之沉積製程為例，當於缺陷分析 320 的過程中，發現有缺陷存在於測試樣本下層時，若以習知技術進行缺陷原因分析，往回追蹤的結果亦僅會發現缺陷係於沉積製程中產生，而以能量散佈儀進行化學組成分析亦僅會發現該缺陷同樣係由氮及鈦所組成，故不能得到任何結論，僅能藉由試誤法去調整該沉積製程之參數。如圖五所示，但若以本發明之缺陷原因分析方法進行分析，則在缺陷檢測 320 中以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 發現到缺陷存在時，即可藉由聚焦電子束切割該測試樣本 330，再對該剖面進行歐傑電子分析 340，並以同樣的方式製作一組成分布圖譜，請參考圖六，圖六為一組成分布圖譜之示意圖。如圖六所示，我們將可清楚的區分出矽層 372 與鈦化氮層 374 間存有少量之磷粒子 376，故可判定這缺陷之根本原因係來自前層表面不乾淨所致，而藉由一適當的參數調整，例如對先前之清洗步驟或蝕刻步驟進行參數調整，以避免磷粒子的產生，以有效解決此一問題。

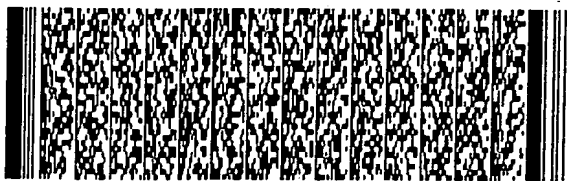
相較於習知技術中之缺陷原因分析方式，本發明之缺陷原因分析方式係藉由結合聚焦離子束與化學組成分析來製作圖譜，在藉由圖譜分析的結果來判定產生缺陷的根本原因，故可有效提昇缺陷原因分析之速率與準確度，而能在一較短之時間內，找出一較佳之製程範圍。此



##### 五、發明說明 (10)

外，本發明另揭露了一種可針對不同缺陷類型以不同之方式來化學組成分析的方法，這更將近一步提昇圖譜分析之精確性與靈敏度，而能在耗費較少時間成本的狀況下，藉由正確地調整各項製程參數來抑制異常狀態的發生，達到提昇產品穩定度與可靠度之目的。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明專利之涵蓋範圍。



## 圖式簡單說明

### 圖式之簡單說明

- 圖一為一習知技術中一缺陷原因分析方法示意圖。  
圖二為一本發明中一缺陷原因分析方法示意圖。  
圖三為一本發明第一實施例中之一缺陷原因分析方法示意圖。  
圖四為本發明第一實施例中一組成分布圖譜之示意圖  
圖五為一本發明第二實施例中之一缺陷原因分析方法示意圖。  
圖六為本發明第二實施例中一組成分布圖譜之示意圖

### 圖式之符號說明

|     |        |     |        |
|-----|--------|-----|--------|
| 10  | 製程 A   | 20  | 製程 B   |
| 30  | 製程 C   | 40  | 製程 D   |
| 50  | 製程 E   | 60  | 缺陷檢測   |
| 70  | 缺陷檢測   | 110 | 取樣     |
| 120 | 缺陷偵測   | 130 | 缺陷分類   |
| 140 | 化學組成分析 | 150 | 圖譜分析   |
| 160 | 缺陷原因分析 | 210 | 取樣     |
| 220 | 缺陷偵測   | 230 | 歐傑電子分析 |
| 240 | 圖譜分析   | 250 | 缺陷原因分析 |
| 262 | 矽氧層    | 264 | 鎢導線    |
| 310 | 取樣     | 320 | 缺陷偵測   |



圖式簡單說明

330 聚焦離子束切割

340 歐傑電子分析

350 圖譜分析

360 缺陷原因分析



#### 六、申請專利範圍

1. 一種缺陷原因分析方法，其包含有下列步驟：  
提供一樣本 (sample)，該樣本之上表面上具有複數個缺陷；  
進行一缺陷檢測 (defect inspection)，以偵測出該等缺陷之大小及位置；  
對該樣本進行一之化學組成分析；  
根據該化學組成分析之結果來進行一圖譜分析 (mapping)；以及  
根據該圖譜分析之結果來判別該等缺陷之產生原因。
2. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該方法於完成缺陷檢測後，另包含有一缺陷分類步驟，以將判別該等缺陷之缺陷種類，並根據該等缺陷之缺陷種類採用對應之化學成分分析方式。
3. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中當該等缺陷之大小小於 0.2 微米或非單相組成粒子時，該化學組成分析係利用歐傑電子 (auger electron) 來進行偵測。
4. 如申請專利範圍第 3 項的方法，其中該方法係利用一掃描式歐傑電子顯微鏡 (scanning auger microscopy, SAM) 或一歐傑電子光譜儀 (auger electron spectroscopy, AES) 來對該樣本進行化學組成分析。



#### 六、申請專利範圍

5.如申請專利範圍第1項的方法，其中當該等缺陷之大小大於0.2微米、具單一相或為較厚的粒子時，該化學組成分析係利用一能量散佈分析儀(energy dispersive spectrometer, EDS)來進行偵測。

6.如申請專利範圍第1項的方法，其中該化學組成分析的方法係包含有定點掃描(point scan)、去層次(delayer)結構分析、或是縱深濃度(depth profile)分析。

7.一種缺陷原因分析方法，其包含有下列步驟：

提供一樣本(sample)，該樣本內具有複數個缺陷；

進行一電壓對比(voltage contrast)，以辨別出該等缺陷之位置；

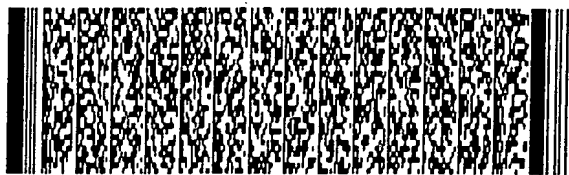
利用一聚焦離子束(focus ion beam, FIB)對該樣本進行切割，以使該樣本之一剖面露出；以及

利用歐傑電子(auger electron)對該樣本之剖面進行一化學組成分析；

根據該化學組成分析之結果來進行一圖譜分析(mapping)；以及

根據該圖譜分析之結果來判別該等缺陷之產生原因。

8.如申請專利範圍第7項的方法，其中該方法係利用一掃描式歐傑電子顯微鏡(scanning auger microscopy, SAM)或一歐傑電子光譜儀(auger electron

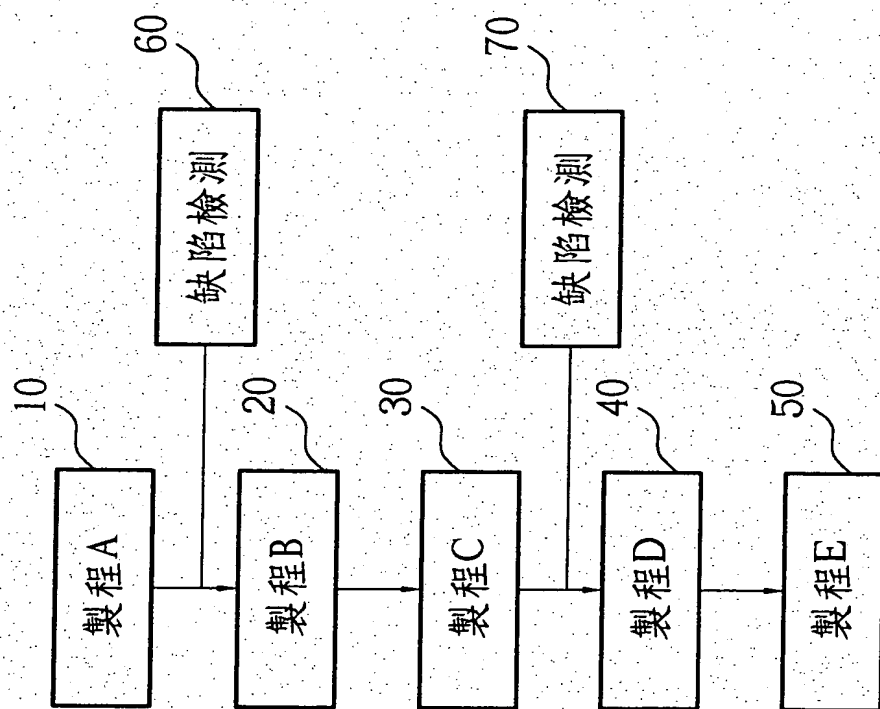


六、申請專利範圍

spectroscopy, AES)來對該樣本之剖面進行化學組成分析。

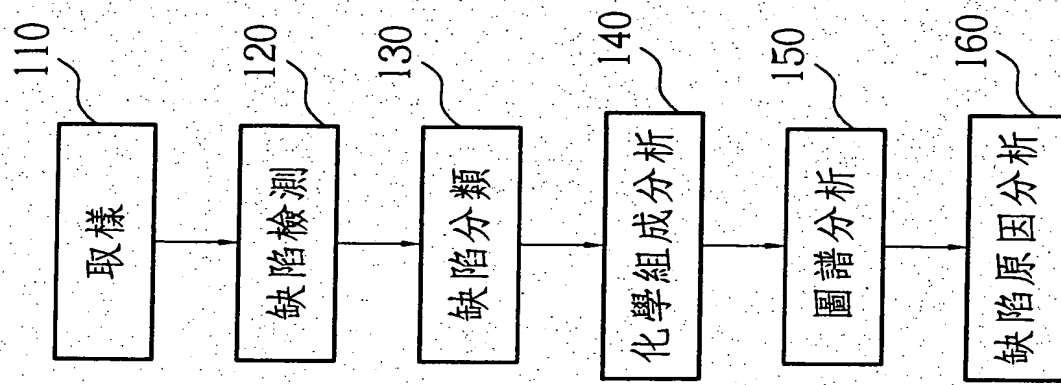
9.如申請專利範圍第7項的方法，其中該化學成分分析的方法係以定點掃描(point scan)掃描的方式來進行。



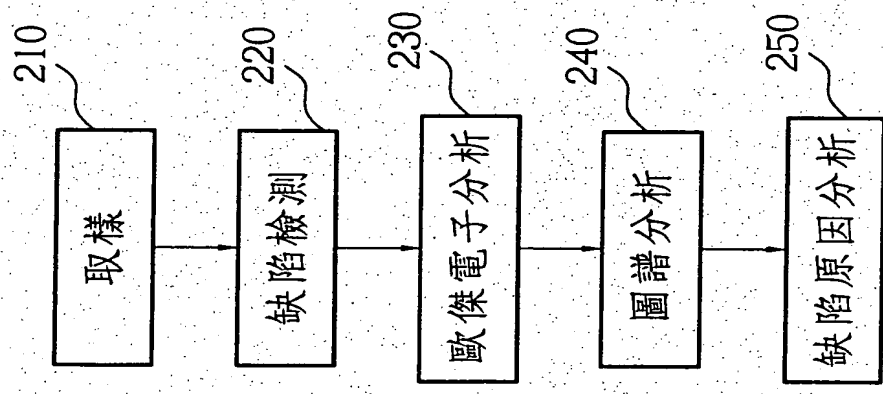


圖一

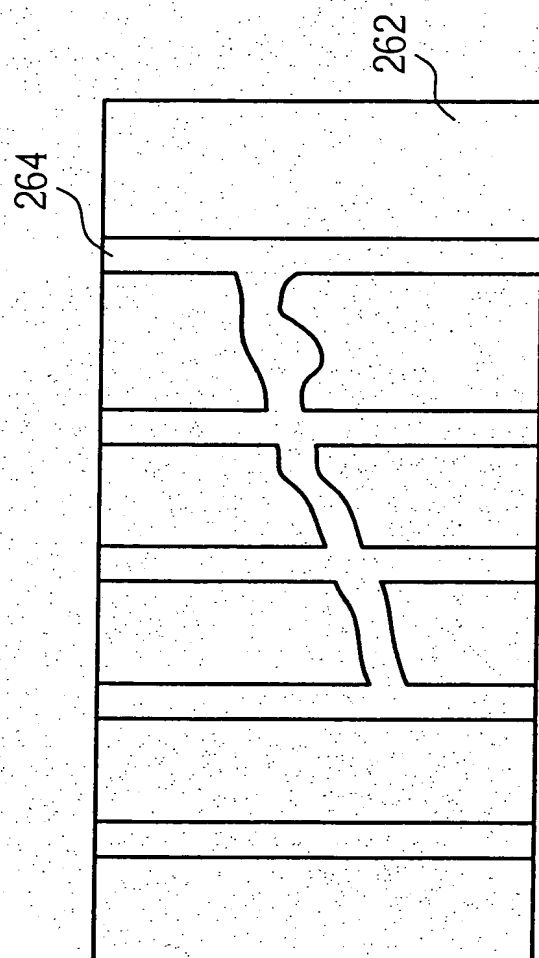




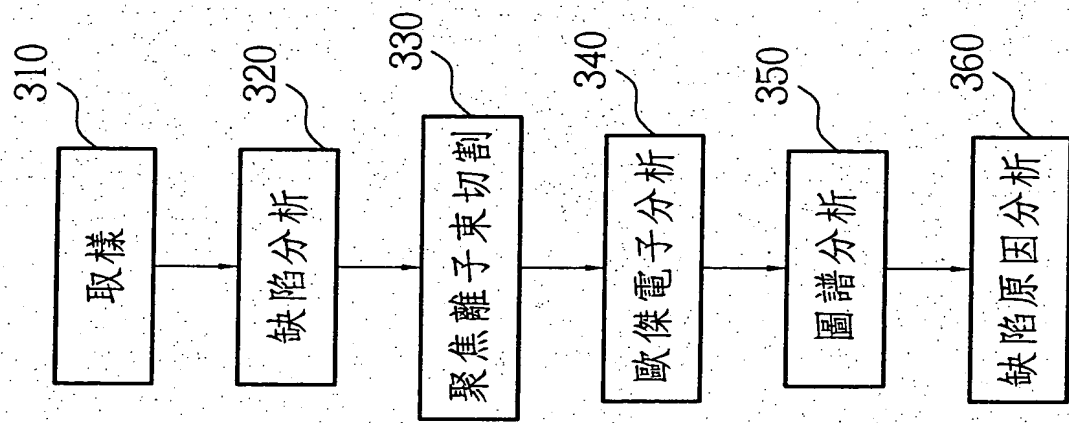
圖一



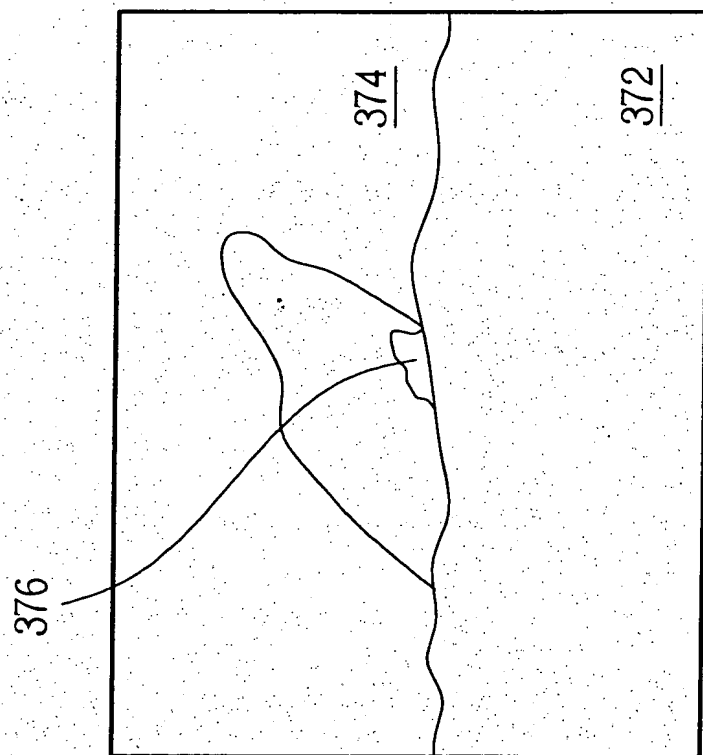
圖三



圖四

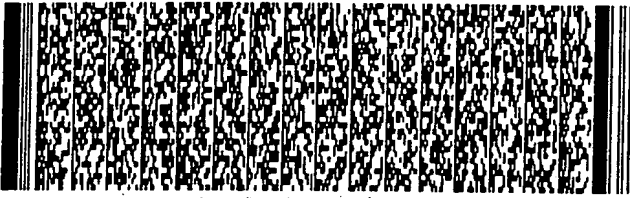


圖五



圖六

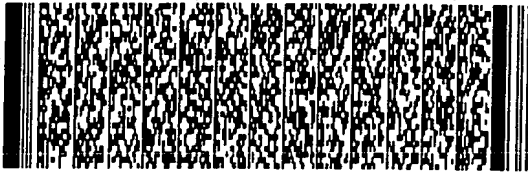
第 1/19 頁



第 2/19 頁



第 2/19 頁



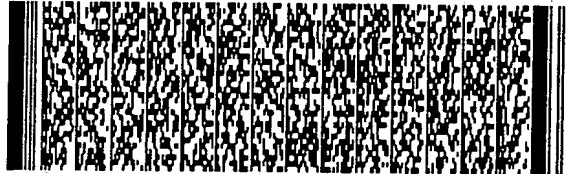
第 3/19 頁



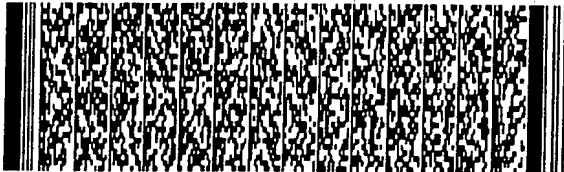
第 4/19 頁



第 5/19 頁



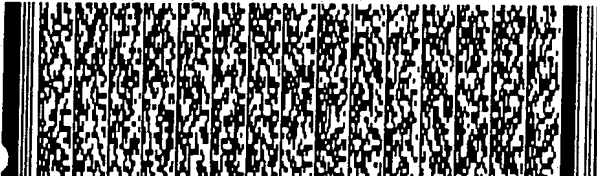
第 5/19 頁



第 6/19 頁



第 6/19 頁



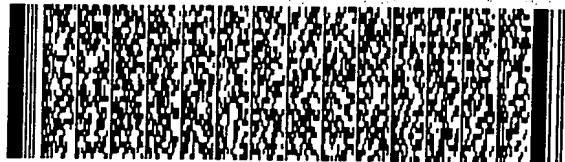
第 7/19 頁



第 7/19 頁



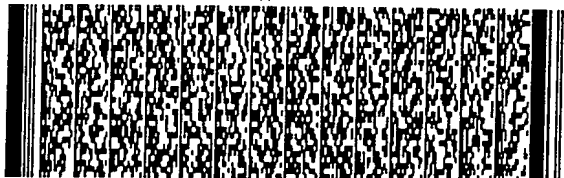
第 8/19 頁



第 8/19 頁



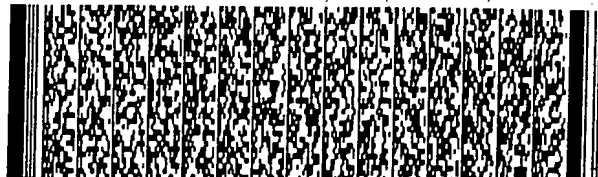
第 9/19 頁



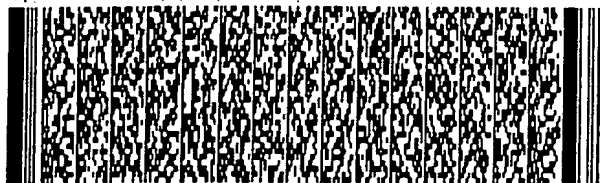
第 9/19 頁



第 10/19 頁



第 10/19 頁



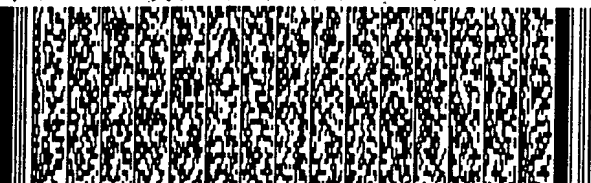
第 11/19 頁



第 12/19 頁



第 13/19 頁



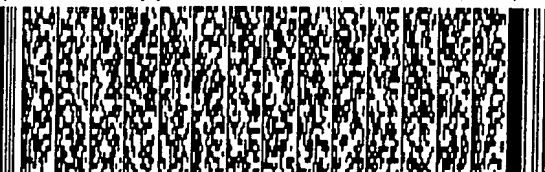
第 15/19 頁



第 17/19 頁



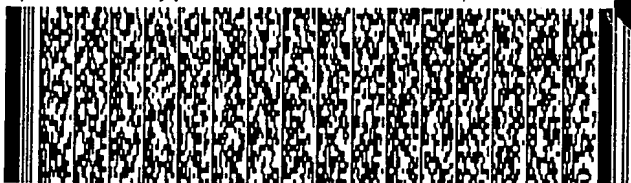
第 18/19 頁



第 19/19 頁



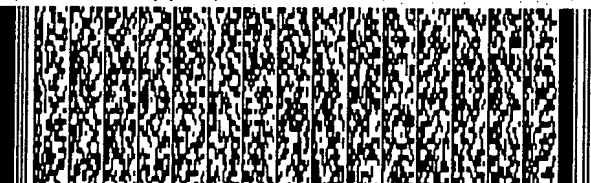
第 11/19 頁



第 12/19 頁



第 13/19 頁



第 14/19 頁



第 16/19 頁



第 17/19 頁



第 18/19 頁

